



тів у навіколотрубному просторі, включаючи організацію малих доріг технологічного призначення [12];

дистанційна та внутрішньопорожня дефектоскопія за допомогою роботів й мікроремонт виявлених дефектів [13].

По-третє, найбільш вигідними, безсумнівно, можуть стати наступні інноваційні заходи витратні, але швидкоокупні – що передбачають застосування активного, основного енергетичного й численного пасивного устаткування:

організація малих ПСГ, із використанням для цього виснажених родовищ вуглеводнів, поблизу потужних споживачів [14];

розгортання системи додаткового підготовки газу інноваційного типу з утилізацією конденсатів вищих вуглеводнів [15];

утилізація низькопотенційного тепла, енергії потенційного тиску, використання зовнішніх енергетичних впливів природного й антропогенного характеру [16];

встановлення взаємовигідного енергобалансного обміну із сусідніми господарствами ПЕК [17];

застосування високодинамічних приводів вентиляційно-індукційного типу до відцентрових нагнітачів КС [18];

застосування плазмових і хімічних реметалізаційних апаратів і способів відновлення геометрії або формування покриття металевих деталей;

використання магнітних та електретних підвісів у підшипниках, ущільнень і зчіпок в основних силових обертових і рухомих вузлах технологічного устаткування;

організація малих КС по обидва боки значних ділянок транспортування газу реверсивного типу;

використання енерготрансформаційних (мембранно-каталітичних, магнітогідродинамічних, фотоіонізаційних та ін.) джерел живлення основних і допоміжних енергоспоживаючих устаткувань, а також альтернативних джерел живлення малопотужної автоматики й телемеханіки;

встановлення теплогенераторів із пальниками керовано-мікропідривного типу з максимальним КПД замість традиційних або активно-модуляційних пальників.

По-четверте, вже сьогодні актуальною є наступна поетапна адаптація ГТС до технологій майбутнього:

часткове транспортування, зберігання й відпуск природного газу в зрідженому й газогідратному стані на вимогу споживача;

акумуляція й перетворення енергій промислового рівня для корисного використання сезонних коливань температур повітря й тиску в ГТС;

синтез метанолу, водню й інших газоподібних та рідких палив поблизу місць їх підвищеного комерційного попиту або постійного використання у власних технологічних цілях;

керування й обслуговування технологічного устаткування за допомогою промислової автоматики і телемеханіки [18];

Оскільки деякі з перерахованих заходів певним чином уже починають здійснюватися в ДК “Укртрансгаз” НАК “Нафтогаз України”, то, на думку авторів, необхідні ще й інноваційні технології комерційного характеру:

оперативна координація робочими групами економічних, ергономічних, екологічних і технічних рішень та розрахунків прогнозів у ході людиномашинного моделювання та керування технологічними процесами у ГТС;

моніторинг попиту, споживання й надходження енергоресурсів із аналізом матеріальних і енергетичних компонентів собівартості транспортування й зберігання природного газу;

безперервна координація та контроль за впровадженням нових технологій.

Схему ресурсощадних та енергозберігаючих заходів із сучасними векторами переходів концептуально показано на рисунку.

Розглядаючи вищенаведені інтелектуальні продукти, автори звертають увагу ще на низку специфічних деталей:

впровадження нових вигідних технологій супроводжується витратами на навчання й перекваліфікацію персоналу в найбільш розвинених країнах Європи, а також у США, Японії;

впровадження сучасної автоматики, інформаційних технологій і програмних продуктів за вартістю й строками стають порівняними із впро-

вадженням нового основного технологічного устаткування;

у країнах СНД нове обладнання й технології не знаходять застосування, якщо вони передбачають звільнення чи скорочення персоналу;

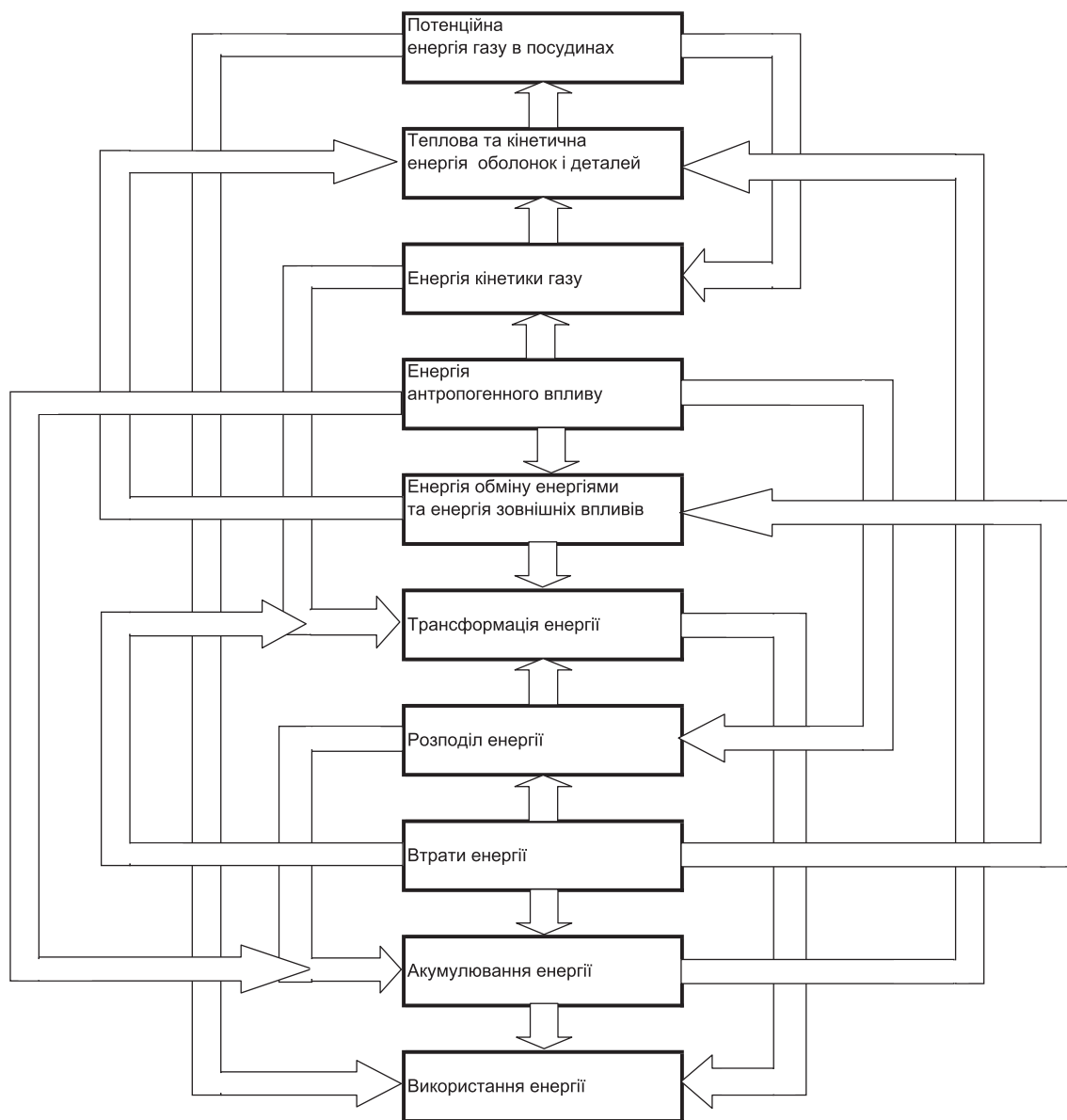
відсутність виробництва запчастин для старого технологічного устаткування робить недоцільними його модернізацію й капітальний ремонт;

відсутність повного пакета технічної та конструкторської документації, теоретично й практично підготовленого обслуговуючого й інженерного персоналу на нове обладнання або оснащення спричинює подальші умовно-постійні витрати на післягарантійне обслуговування;

відсутність договорів на авторський і компетентний науково-дослідний супровід реалізації нововведень (особливо сторонніх розробок) у царині енергозбереження та енергоощадності може зводити нанівець загальний економічний ефект і умовно-постійні додаткові доходи;

відсутність відповідних винагород учасникам заходу й чиновникам інспекцій та ін. державних органів, що погоджують проектні документи, унеможливорює зацікавленість в економії енергоресурсів і коштів на підприємствах.

Наступне питання, що логічно виникло в ході вибору стратегічних напрямів наукового аналізу й досліджень, полягає у визначенні першочерговості технологічного й економічного опрацювання інноваційних технологій енергоощадності для найшвидшого впровадження в умовах породженої ринковими відносинами жорсткої конкуренції між енергетичними компаніями. Як базову автори вибрали методику експертного оцінювання впровадження нових технологій та основних економічних показників окупності, прогнозу й прогресії додаткового прибутку (приведений вільний грошовий потік) із використанням енергетичних еквівалентів твердих валют. Зрозуміло, що в цьому випадку стверджувати про теоретичну та практичну повноту оцінки економічних гараздів не можна. Але для вибору напрямів досліджень автори вважають таку оцінку необхідною й достатньою.



Концептуальна схема ресурсо- та енергоощадних заходів щодо газотранспортної системи у вигляді суч-векторів перетворень і впливу енергетичних складових виробництва

За даними опитування експертів, потребують першочергового розв'язання чотири найважливіші стратегічні завдання щодо енергетичної оптимізації режимів роботи ГТС:

оперативне виведення з роботи елементів, що мають низький тепловий коефіцієнт корисної дії, та максимально ефективного використання працюючих активних і пасивних елементів ГТС із одночасним зменшенням вартості транспортування газу, ремонту й обслуговування виробничого устаткування й деталей;

згладжування нерівномірності навантаження на лінійні ділянки й компресорне устаткування з урахуванням питомої вартості транспортування одиниці товарної продукції на одиницю шляху;

використання енерготрансформаційних (мембранно-каталітичних, магнітогідродинамічних, фотоіонізаційних, альтернативних та ін.) джерел живлення основних і допоміжних приладів та устаткування;

застосування високодинамічних приводів вентиляльно-індукційного типу для відцентрових нагнітачів КС.

Першочерговість вищезазначених питань зумовлена і відносно невисокою вартістю їх розв'язання, і можливістю зниження витрат на паливо, експлуатацію й ремонт у виробничих умовах сьогоденних економічних реалій, що особливо важливо.

Таким чином, визначено перелік досліджуваних питань першочергового стратегічного кроку до нової якості енергоощадності. На думку авторів, обрана інноваційна стратегія має широкий діапазон наукових досліджень. Перш за все, це енерготранс-

формація та режими роботи лінійних ділянок газопроводів і КС.

Енерготрансформація полягає у використанні надлишкового потенційного тиску газу на КС, ГРС, ПСГ і прикордонних ГВС на власні потреби. Вибір найбільш економічного гідравлічного режиму полягає в установленні максимально можливого тиску й мінімально можливої температури на входах газу в лінійні ділянки. На практиці трансформацію робили на деяких енергетичних і хімічних виробництвах за допомогою турбодетандерних установок із холодильними або опалювальними машинами. Однак це дорога комбінація. Більш ефективним є пристрій перетворення надлишкової потенційної енергії тиску в теплову енергію, бо ГТС ЗА ІІ ЗА ФІЗИЧНОЮ СУТНІСТЮ можна з упевненістю вважати, сукупністю посудин під тиском. Тоді додаткове тепло можна використовувати для технологічного підігріву газу на ГРС і ПХГ. Те ж можна сказати про реальність недорогих структурних технологічних рішень, наприклад, використання холоду дросельних пристроїв (регуляторів тиску паливного газу та ін.) на КС для охолодження газу замість використання електроенергії для АПО. Дросель у цьому випадку трансформує енергію потоку газу в холод.

Для можливості інженерного оцінювання перспективи енергетичних гараздів авторами розроблено технологічну структуру енерготрансформатора енергії потоку газу в тепло, спрощену систему газодинамічного розрахунку нестационарного неізотермічного режиму транспортування газу трубопроводом і алгоритм комбінованої адаптаційної енергетично-гідравлічної оптимізації роботи багатониткового газопроводу з перемичками в усталеному режимі транспортування газу. Попередні розрахунки та численні повторні їх перевірки із застосуванням різних підходів підтверджують можливість економії сотень мільйонів гривень на рік для середньостатистичного трансконтинентального коридору магістральних газопроводів (10–20 млрд м<sup>3</sup>/рік). Розрахунки показали, що в межах

обраної стратегії у випадку виключення лише витрат на вогневий підігрів газу за рахунок використання енерготрансформаторів (ґрунтових теплових насосів із несиметричними теплообмінниками та ін.) на половині ГРС УМГ “Харківтрансгаз” газопроводу ІЩДКРІ (де таке дають змогу зробити величини тисків і витрат газу), економія становитиме від 10 до 18 млн грн (залежно від кількості холодних днів узимку).

Проведений пошук матеріалів, їх систематизація й експертний аналіз дають можливість зробити такі висновки:

на газотранспортному підприємстві у процесі технічного переозброєння доцільно застосовувати енерготрансформаційні технології та устаткування;

комбіновані інноваційні методи енергетично-гідравлічної оптимізації режимів роботи ГТС більш прийнятні порівняно з гідравлічною оптимізацією, що не враховує загальні енергетичні витрати й можливості енерготрансформаційного устаткування;

найближчим часом необхідно замінити палиники прямого підігріву газу та ГТУ з низьким ККД і слабкою динамікою зміни режиму роботи.

Зниження енергетичних втрат шляхом застосування енерготрансформаційних технологій і устаткування та нових методів енергетичної оптимізації в поєднанні із традиційною режимною оптимізацією (із сучасної практики газотранспортних підприємств) забезпечить суттєве підвищення ефективності роботи газотранспортної системи України.

#### Список літератури

1. **Справочник** по проектированию магистральных трубопроводов / Под ред. А.К. Дерцакяна. – Л.: Недра. 1977. – 519 с.
2. **Фик І.М.** Вплив впровадження нової техніки та технології на ефективність газової промисловості: Зб. наук. праць УкрНДІгаз. – Харків, 1999. – С. 169–174.
3. **Ханик Я.М., Гнатишин Я.М.** Енергозбереження. – Львів: Афіша, 2004. – 206 с.
4. **Гарляускас А.И.** Математическое моделирование оперативного и перспективного планирования систем транспорта газа. – М.: Недра, 1975. – 160 с.
5. **Енергетична безпека держави: високоефективні технології видобування, постачання і використання природного газу** / Є.І. Крижанівський, М.І. Гончарук, В.Я. Грудз та ін. К.: Інтерпрес ЛТД, 2006. – 282 с.
6. **Жидкова М.А.** Переходные процессы в магистральных газопроводах. – К.: Наук. думка, 1979. – 256 с.
7. **Капцов И.И.** Основные разработки УкрНИИгаза по повышению эффективности и надежности работы магистральных газопроводов: Зб. наук. праць УкрНДІгаз. – Харків, 1999. – С. 92–95.
8. **Тевяшев А.Д.** Информационно-аналитическая система управления газотранспортными системами // Радиоэлектроника и информатика. – 1999. – № 3 (08). – С. 43–47.
9. **Гвоздинський А.М.** Оптимізаційні задачі в організаційному управлінні: У 3 ч. – Харків: ХТУРЕ, 1997. – Ч. 1 і 2. – 116 с.
10. **Грудз В.Я., Тимкив Д.Ф.** Оптимизация процесса очистки полости магистрального газопровода // Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 1987. – Вып. 24. – С. 88–89.
11. <http://www.ankort.ru/story1.php>.
12. [http://www.stroy-info.ru/company\\_9972\\_news.htm](http://www.stroy-info.ru/company_9972_news.htm).
13. **Ахметов В.Н., Бауэр А.А.** Обеспечение безопасного состояния газотранспортной системы ПБО (НТЦ “Промбезопасность”). – Оренбург, 2006. – Вып. 5. – [http://www.orfi.ru/press/jur/jur.php?05/magazine5\\_06.htm](http://www.orfi.ru/press/jur/jur.php?05/magazine5_06.htm).
14. <http://mdm.prime-tass.ru/news/show.asp?id=100002837&ct=prnews>.
15. [http://www.businesspress.ru/newspaper/article\\_mld\\_37\\_alld\\_67092.html](http://www.businesspress.ru/newspaper/article_mld_37_alld_67092.html).
16. <http://www.ekoteplo.com/ru/19.html>, <http://www.nukleon.com.ua/>.
17. **Фик М. І.** Енергетично самодостатній керований автоматичний регулятор тиску ГРС // Нафт. і газова пром-сть. – 2006. – № 5. – С. 36–37.
18. **Кейн Л.А.** Штучний інтелект в обробних галузях промисловості // Нафта, газ і нафтохімія за рубежем. – 1986. – № 9. – С. 117–122.